

Zum Parasitenbefall von *Geochelone denticulata* (LINNAEUS, 1766) im peruanischen Regenwald (Testudines: Testudinidae)

MANFRED VERHAAGH & RICHARD PODLOUCKY

Abstract

Parasites of Geochelone denticulata (LINNAEUS, 1766) in the Peruvian rain forest (Testudines: Testudinidae).

In a field study at the biological station Panguana in Amazonian Peru, 15 of 30 examined specimens of the yellow-footed tortoise (*Geochelone denticulata*) were parasitized by ticks (*Amblyomma humerale*). Three dissected specimens showed a massive infection of the intestine by nematodes of up to four different species.

Key words: Testudines: Testudinidae: *Geochelone denticulata*; ectoparasites; ticks; endoparasites; nematodes; Peru.

Zusammenfassung

In der Biologischen Station Panguana im peruanischen Amazonas-Tiefeland wurde bei der Hälfte von 30 untersuchten Waldschildkröten (*Geochelone denticulata*) ein Befall mit Zecken der Art *Amblyomma humerale* festgestellt. Drei seziierte Tiere wiesen eine massive Besiedlung des Darmtrakts durch bis zu vier verschiedene Arten von Nematoden auf.

Schlagwörter: Testudines: Testudinidae: *Geochelone denticulata*; Ektoparasiten; Zecken; Endoparasiten; Fadenwürmer; Peru.

Resumen

En un estudio de 30 motelos, *Geochelone denticulata*, realizado en la Selva Baja del Perú (Estación biológica Panguana, Departamento Huánuco) encontramos la mitad de los individuos infestados con la garrapata *Amblyomma humerale*. En tres animales disecados observamos una colonización masiva del intestino con hasta cuatro especies diferentes de Nematodas.

1 Einleitung

Reptilien werden von zahlreichen Parasiten besiedelt, und die dadurch bedingten Parasitosen gehören in Gefangenschaft zu den häufigen Erkrankungen, die auch nicht selten zum Tode der Tiere führen. Die prozentuale Häufigkeit solcher Infektionen bzw. Invasionen ist bei Arten aus feuchtwarmen Tropengebieten besonders hoch. So sollen in natürlichen Populationen bis zu 60% der Reptilien von Zecken befallen sein; insbesondere Schildkröten sind in hohem Maße betroffen (HOLT et al. 1977, IPPEN et al. 1985, ISENBÜGEL & FRANK 1985, RIDEOUT et al. 1987).

Über Parasiten südamerikanischer Schildkröten ist verhältnismäßig wenig bekannt. Allgemein liegen noch die meisten Berichte über Schildkröten vor, die in Gefangenschaft eingegangen oder in Massentransporten als Heimtiere verschickt worden waren (vielfach europäische und nordamerikanische Arten wie z.B. *Testudo graeca*). Auch für die Frage, ob massive Befälle mit Endoparasiten in Zusammenhang mit Haltungsbedingungen stehen, sind Freilandbefunde daher von Interesse.

Die in dieser Arbeit untersuchte Waldschildkröte *Geochelone denticulata* (Abb. 1) ist in den Wäldern Amazoniens weit verbreitet (PRITCHARD & TREBBAU 1984) und in nicht zu dicht vom Menschen besiedelten Regenwaldgebieten Perus noch recht häufig. Allerdings wird sie überall im Amazonasgebiet Perus zum Verzehr gesammelt und ist daher in Gebieten mit hohem Jagddruck bereits selten (DIXON & SOINI 1986, RODRIGUEZ BAYONA & RYLANDER 1984).

Unsere Beobachtungen stammen von Aufhalten der Autoren auf der biologischen Station Panguana in den Jahren 1983-1985, die teilweise im Rahmen weiterführender Untersuchungen an *Geochelone denticulata* gemacht wurden (R.P.).



Abb. 1. Pilzessendes Jungtier von *Geochelone denticulata* mit Zecke *Amblyomma humerale*.

Mushroom eating young *Geochelone denticulata* with tick *Amblyomma humerale*.
– Foto: R. PODLOUCKY

2 Untersuchungsgebiet

Die biologische Station Panguana (9°37' S, 74°56' W) liegt am linken Ufer des Unterlaufes des Rio Yuyapichis (= Llullapichis), eines Nebenflusses des Rio Pachitea, der seinerseits südlich von Pucallpa in den Rio Ucayali mündet (s. Abb. in RÖMBKE & VERHAAGH 1992 und SCHLÜTER 1987a). Das Gebiet (220-260 m NN) ist überwiegend von einem immergrünen saisonalen Regenwald („terra firme“) bedeckt, der an den flachen Flußufern in schmale Auwaldstreifen sowie waldfreie Ufervegetation (Matorrales) übergeht. Die Umgebung Panguanas unterliegt seit Beginn der 1980er Jahre einem zunehmenden Rodungsdruck seitens der expandierenden Landwirtschaft (hauptsächlich Rinderzucht), so daß größere Teile der umgebenden Wälder und ein kleiner Teil des 2 km² großen Stationsgeländes inzwischen gerodet sind (s. auch Abb. in RÖMBKE & VERHAAGH 1987, VERHAAGH 1989).

Die Jahresniederschläge in Panguana schwankten nach den bisherigen Messungen zwischen 1998-3007 mm (Mittelwert: 2403 mm), bei etwa 180 Regentagen. Während der fünfmonatigen trockeneren Jahreszeit (Mai bis September) fielen nur rund 20 % des Jahresniederschlags. Die Temperaturen waren im Jahresverlauf sehr ausgeglichen und lagen an der Station (2 m Höhe) im Mittel um 24-24,5 °C, im Wald in 2 m und in 0,2 m Höhe circa 1 °C niedriger. Für die Oberfläche des Waldbodens wurden bisher mittlere Temperaturen von ca. 24 °C gemessen.

Sowohl die Luft- als auch die Bodentemperaturen in den Viehweiden sind etwa 4 °C höher als im Wald. Ausführlichere Klimaangaben zum Gebiet siehe bei HANAGARTH (1981) und RÖMBKE & VERHAAGH (1992).

Panguana ist herpetologisch gut untersucht, z.B. SCHLÜTER (1984, 1987a,b: Amphibien), HENZL (1991: Reptilien) und PODLOUCKY (1987: Schildkröten). Bisher konnten dort 72 Amphibien- und 82 Reptilienarten nachgewiesen werden.

3 Material und Methode

Von Oktober 1983 bis Juli 1985 wurden 30 Waldschildkröten untersucht, die fast alle von Siedlern bzw. Ashaningka-Indianern in der Umgebung Panguanas gefangen worden waren; einige wurden ihnen auch abgekauft. Bei 21 der 30 untersuchten Schildkröten konnten die Fundorte entsprechenden Habitaten zugeordnet werden. Sie verteilten sich auf „terra firme“-Wald (n = 12), Auwald und Matorral (n = 4), Waldrand (n = 2) sowie Kulturland (Viehweide, Feld; n = 3). Wie auch weitere Beobachtungen ergaben, wird das Waldhabitat von *Geochelone denticulata* deutlich bevorzugt. Bei drei der vier im Auwald/Matorral gefundenen Schildkröten, die bei einem seit drei Tagen toten Wasserschwein (*Hydrochoerus hydrochaeris*) gefunden wurden, ist ein Anlockungseffekt durch den intensiven Aasgeruch anzunehmen (s. auch RODRIGUEZ BAYONA & RYLANDER 1984).

Die Tiere wurden vermessen, gewogen, und soweit möglich wurde das Geschlecht bestimmt; sie ließen sich in drei Gruppen unterteilen:

1. eindeutig identifizierbare Männchen (n = 9) mit > 30 cm Carapaxlänge und > 3 kg Masse (kenntlich an dem deutlich konkaven Plastron, der dreieckigen Form der von den Analschildern gebildeten Öffnung sowie dem geringen Abstand des Supracaudale zum Boden),
2. eindeutig identifizierbare Weibchen (n = 13) mit > 30 cm Carapaxlänge und > 3 kg Masse (kenntlich an dem nicht eingedellten Plastron, der runden Form der von den Analschildern gebildeten Öffnung sowie einem größeren Abstand des Supracaudale zum Boden) und
3. (subadulte, juvenile) Tiere (n = 8) mit < 30 cm und einer Masse bis zu 3 kg, die nicht eindeutig einem Geschlecht zuzuordnen waren.

Alle Schildkröten wurden auf Zeckenbefall kontrolliert, sofern vorhanden, wurden die Zecken abgesammelt und konserviert. Bei der Schlachtung dreier Tiere durch Einheimische konnten zusätzlich Endoparasiten aus dem Verdauungstrakt gesammelt werden.

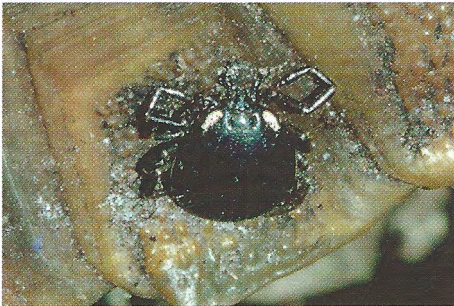


Abb. 2. Die Zecke *A. humerale*, festgesaugt an *G. denticulata* (Marginale 7).

The tick *A. humerale* sucking on *G. denticulata* (marginal VII). – Foto: R. PODLOUCKY

4 Ergebnisse

4.1 EKTOPARASITEN

Von den 30 untersuchten Tieren wiesen 15 einen Befall durch die Schildzecke *Amblyomma humerale* KOCH, 1844 (Ixodidae, Ixodoidea) (WALTER 1990) auf (Abb. 1 & 2). Die Parasiten saßen überwiegend am Carapax, und zwar direkt auf den Hornschildern (Ober-/Unterseite Marginalia, Unterseite Supracaudale), teilweise in Beschädigungsstellen, die auf Verletzungen, aber auch von früherem Befall mit Zecken herrühren, sowie an den Übergängen (Panzer/Haut) zu den Beinen bzw. zum Schwanzansatz. Desweiteren fanden wir Zecken am Plastron, insbesondere aber am Hals sowie in den häutigen Bereichen der Beine und zwischen den Beinschuppen (Tab. 1, Abb. 3a,b).

Geschlecht	Fundort	Anzahl	Carapax	Plastron	Hals	Beine
s/j	TF	31	×	×	×	
s/j	TF	5	×			
s/j	–	10	×			
s/j	TF	2	×			×
s/j	–	> 10	×			×
m	TF	8				
m	TF	2		×		
m	TF	13	×			×
m	TF	3	×			
m	TF	2	×			
m	TF	25	×			×
w	TF	2	×			×
w	TF	< 10	×			
w	TF	2	×			
w	–	ca. 80	×		×	×

Tab.1. Anzahl und Sitz von *Amblyomma humerale* an 15 parasitierten subadulten/juvenilen (s/j), männlichen (m) und weiblichen (w) *Geochelone denticulata* sowie Fundort der Schildkröten (TF = „terra firme“-Wald).

Number and sucking place of *Amblyomma humerale* on 15 parasitized subadult/juvenile (s/j), male (m), and female (w) *Geochelone denticulata*, as well as the habitat of the turtles (TF = „terra firme“-forest).

Die Stärke der Parasitierung war sehr unterschiedlich und reichte von einzelnen Zecken (2-3) bis zu ca. 80 (adulten und juvenilen) Zecken an einem Tier. Die Zecken saßen häufig in Gruppen zusammen (z.B. bis zu 30 Ex. am Hals, 14 Ex. auf der Unterseite des Supracaudale) (Abb. 4) und erreichten in vollgesogenem Zustand etwa 1,7 cm Länge (Abb. 5).

Außer Zecken wurde an einer Schildkröte das Gelege eines nicht identifizierten Insekts (Diptera?) gefunden und zwar zwischen Schuppen der Hinterbeinhaut (Abb. 6) sowie in einer Vertiefung des Plastronrandes. Ähnliche Gelege zwischen den Hinterbeinschuppen und am Schwanz wurden bei einer weiteren in Pucallpa, Peru, untersuchten Waldschildkröte festgestellt.



Abb. 3. Stellen, an denen *A. humerale* auf *G. denticulata* gefunden wurde (● in dieser Studie, ▲ nach RODRIGUEZ BAYONA, o.J.): a) Ansicht der Schildkröte von ventral, b) Ansicht von der Seite.

Locations of attachment of *A. humerale* on *G. denticulata* (● in this study, ▲ after RODRIGUEZ BAYONA, o.J.): a) ventral view of the turtle, b) lateral view.

4.2 ENDOPARASITEN

Bei einem im November 1983 untersuchten Schildkrötenweibchen (Carapaxlänge (Cl) = 34,8 cm) war die etwas vorgestülpte Kloakeninnenhaut dicht mit Nematoden besetzt. Auch der gesamte Schwanz und die Hinterbeine bis zu den Kniekehlen waren mit Nematoden bedeckt. Das Tier wurde am 22.12.1983 von Einheimischen geschlachtet. Bei der Untersuchung des Darmtraktes erwiesen sich Dick- und Enddarm als „vollgestopft“ mit Tausenden von Nematoden, so daß die Wurm-masse praktisch das gesamte Darmlumen ausfüllte, durchmischt mit einigen Nahrungsresten. Magen und Dünndarm waren frei von diesen Parasiten. Die Bestimmung ergab die Arten *Labiduris gulosa* (RUDOLPHI, 1819) (Atractidae, Seuratoidea) und *Labiduris zschokkei* LINSTOW, 1899 sowie ein Exemplar von *Sauricola sauricola* CHAPIN, 1924 (Strongylidae, Strongyloidea). Im Dünndarm fand sich ein Nematode der Art *Angusticaecum holopteron* (RUDOLPHI, 1819) (Ascarididae, Ascaridoidea).

Ein weiteres Schildkrötenweibchen (Cl = 34,0 cm) mit Nematodenbefall wurde am 16.2.84 untersucht. Die zur Bestimmung geschickten Proben aus dem Dickdarm enthielten ebenfalls die Atractiden *L. gulosa* und *L. zschokkei*. Sie befanden sich zwischen nur schwach verdauten Blatteilen, die offensichtlich nicht nur von frischen Blättern, sondern z.T. von ingestiertem Fallaub stammten. Auch in diesem Tier befand sich ein Exemplar von *A. holopteron*.

Das dritte parasitierte Tier (Cl = 34,1 cm) wurde am 16.2.85 untersucht. Der Magen dieses Schildkrötenweibchens war vollgestopft mit Blättern einer monocotylen Pflanze sowie einem gelblichen Brei, der möglicherweise aus Früchten einer Anacardiaceae (lokal „ubos“ genannt = *Spondias* sp.; nach RODRIGUEZ BAYONA & RYLANDER 1984 frißt *G. denticulata* die Früchte von *Spondias mombin*) bestand, sowie einer Reihe kleiner Pilze. Nematoden waren im Magen nicht vorhanden. Der Dünndarm enthielt zwei Ascarididen der Art *A. holopteron*. Proben der im Dickdarm – hauptsächlich im erweiterten Vorderteil – zwischen den Blattrippen verdauter Blätter, Pilzresten und Fruchtstielen vorhandenen Klumpen von Atractiden enthielten Männchen und Weibchen von *L. gulosa*, *L. zschokkei* und *Atractis thapari* PETTER, 1966 (= *A. dactyluris* sensu THAPAR, 1925) (Atractidae, Seuratoidea),



Abb. 4. Gruppe von *A. humerale* an der Unterseite des Postcentrale.

Group of *A. humerale* at underside of supracaudal. – Foto: R. PODLOUCKY



Abb. 5. Vollgesogene *A. humerale* an Haut der Hinterbeinhöhlung.

Completely filled-up *A. humerale* attached to the skin of the upper part of the hind leg. – Foto: M. VERHAAGH



Abb. 6. Eigelege eines unbekanntes Insekts zwischen Schuppen der Beinhaut von *G. denticulata*.

Eggs of an unknown insect between the dermal scales of a leg of *G. denticulata*. – Foto: M. VERHAAGH

sowie einen nicht näher bestimmbareren Trematoden der Unterfamilie Paramphistomoidea. Im Enddarm war die Nematodenzahl stark verringert. Hier wurden in den Nahrungsresten unter anderem drei unverdaute ca. 2 cm große und dicke, harte Samen gefunden.

Die übrigen Schildkröten konnten nicht auf Endoparasiten untersucht werden. Eine im März 1982 von Panguana mit nach Deutschland gebrachte *G. denticulata* schied im November 1982 und Januar 1983 jeweils ein Exemplar von *A. holopteryum* aus.

5 Diskussion

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, daß *Geochelone denticulata* im Freiland häufig parasitiert wird. 50% der Schildkröten waren mit Zecken befallen und alle

drei auf Endoparasiten untersuchten Tiere wiesen einen massiven Befall mit Nematoden auf.

5.1 EKTOPARASITEN

Zecken der Gattung *Amblyomma* sind von einigen Schildkrötenarten aus Südamerika und Afrika bekannt (Tab. 2). Sie parasitieren aber auch an anderen Reptilien (z.B. an Schlangen und Echsen, ISENBÜGEL & FRANK 1985, REICHENBACH-KLINKE 1977 mit weiteren Literaturangaben) und Säugetieren (z.B. an Opossums und Pekaris, WALTER 1990; Nashörnern, Schuppentieren oder Haustieren wie Pferd, Rind oder Hund, CERNY 1958, ROBINSON 1926).

Die Funde von *A. humerale* an *Geochelone denticulata* in Panguana stellen Erstmachweise für Peru dar. Sie liegen westlich des bisher bekannten Verbreitungsgebietes (Abb. 7). Die Art ist auch von anderen Fundorten als Parasit an *Geochelone denticulata* bekannt (Brasilien/„*Testudo tabulata*“: ARAGAO 1936, zit. in WALTER 1990; Französisch Guyana (zusammen mit *A. dissimile*): FRETEY 1987). Während

Schildkrötenart	Zeckenart	Literatur
Südamerika		
<i>Geochelone denticulata</i>	<i>Amblyomma humerale</i>	FRETEY (1987) WALTER (1990)
	<i>Amblyomma dissimile</i>	FRETEY (1987)
<i>Testudo tabulata</i> (syn. <i>G. denticula</i> / <i>G. carbonaria</i>)	<i>Amblyomma humerale</i>	ARAGAO (1936) ¹
	<i>Amblyomma crassum</i>	FIASSON (1945) ²
<i>Testudo sculpta</i> (syn. <i>G. carbonaria</i> ?)	<i>Amblyomma cayannense</i>	FIASSON (1945) ²
	Afrika	
<i>G. pardalis babcocki</i>	<i>Amblyomma nuttalli</i>	LOVERIDGE & WILLIAMS (1957)
	<i>Amblyomma exornatum</i>	LOVERIDGE & WILLIAMS (1957)
	<i>Amblyomma marmoreum</i>	WALTER (briefl.)
<i>Homopus areolatus</i>	<i>Amblyomma sylvaticus</i>	EGLIS (1960)
<i>Kinixys b. belliana</i>	<i>Amblyomma nuttalli</i>	LOVERIDGE & WILLIAMS (1957)
<i>Malacochersus tornieri</i>	<i>Amblyomma nuttalli</i>	LOVERIDGE & WILLIAMS (1957)
<i>Psammobates geometricus</i>	<i>Amblyomma sylvaticus</i>	EGLIS (1965)

Tab. 2. Zeckenarten der Gattung *Amblyomma* und ihre Wirtsschildkröten.

Tick species of the genus *Amblyomma* and their host tortoises.

(¹ = zit. in WALTER 1990; ² = zit. in PRITCHARD & TREBBAU 1984).

RODRIGUEZ BAYONA (o. J.) und RODRIGUEZ BAYONA & RYLANDER (1984) die Zecken vorwiegend an den Nähten zwischen den Hornschildern fanden (s. Abb. 3a,b), saßen die Parasiten bei den von uns untersuchten Tieren eher auf den Hornschildern bzw. im Bereich des Halses, der Beine und des Schwanzansatzes. Im wesentlichen entsprachen die Befallsstellen den auch bei anderen Schildkrötenarten beschriebenen (z.B. GRAMENTZ 1995, NÖLLERT & NÖLLERT 1981, OBST & MEUSEL 1974).

Grundsätzlich waren die Schildkröten in Panguana von mehr als einer Zecke, in einem Fall mit ca. 80 Zecken befallen. Derartig hohe Befallsraten stellten allerdings die Ausnahme dar. Starke Befallsraten bei *G. denticulata* mit bis zu mehr als 100 Zecken fand auch MOSKOVITS (unveröff., zit. in PRITCHARD & TREBBAU 1984) auf der Ilha Maracá (Roraima, Brasilien), übrigens im Gegensatz zu der dort sympatrisch bzw. sogar syntop vorkommenden *G. carbonaria*. Dagegen konnte WALKER (1989) in einer peruanischen Waldschildkröten-Population keinen stärkeren Zeckenbefall feststellen.

Auffallend ist, daß die mit Zecken befallenen Schildkröten, soweit deren Herkunft einem Habitat zugeordnet werden konnte (12 Ex.), alle aus dem überschwemmungsfreien Hochwald („terra firme“) stammten, möglicherweise ein Hinweis auf eine Habitatpräferenz der Zecken (Tab. 1).

Da die Zecken fast 2 cm Größe in vollgesogenem Zustand erreichen und manchmal die Schildkröten in erheblicher Anzahl befallen, dürfte der permanente Blutverlust für die Schildkröten nicht unerheblich sein, zumal sie keine Abwehrmittel gegen den Befall besitzen. Dieser Aderlaß erfolgt aber langsamer als bei Vögeln und Säugetieren, da bei Reptilien die periphere Blutversorgung geringer ist, und wird von den Tieren normalerweise durch die ständige Blutneubildung ausgeglichen (ISENBÜGEL & FRANK 1985).

Die Möglichkeit einer gesundheitlichen Beeinträchtigung ist aber außerdem durch die Übertragung von Krankheitserregern (Viren, Bakterien und Protozoen) gegeben (ISENBÜGEL & FRANK 1985, REICHENBACH-KLINKE 1977). REGENSBURGER (1982) fand in einer Untersuchung an der Maurischen Landschildkröte (*Testudo graeca*) 30% aller untersuchten Erythrozyten mit Schizontenstadien von *Hepatozoon mauritanicum* befallen. Dieser Blutparasit wird durch die bei *T. graeca* häufig parasitierende Zecke *Hyalomma aegyptium* (bis zu 50 Zecken pro Schildkröte, REGENSBURGER 1982) übertragen (s. auch KEYMER 1978, HOLT et al. 1979). Parasitosen durch *Amblyomma testudinis* wurden auch mit Haut- und Muskelschädigungen der Wirte bis hin zu tödlichen Lähmungen der Muskulatur in Verbindung gebracht (LEHMANN et al. 1969, SCHNEIDER et al. 1971).

Auch die Möglichkeit von Wundsekundärinfektionen scheint in Einzelfällen gegeben, da die Zecken Horn- und Knochenplatten manchmal erheblich beschädigen (EGLIS 1965). Entzündungen mit Vereiterungen bis zur Abszeßbildung können ebenfalls bei der mechanischen Entfernung von Zecken entstehen, da der Kopf leicht abreißen und im Gewebe stecken bleiben kann. Zecken müssen deshalb von Gefangenschaftstieren sehr vorsichtig entfernt und die Saugstellen desinfiziert oder mit einem Breitbandantibiotikum versorgt werden (ISENBÜGEL & FRANK 1985).

5.2 ENDOPARASITEN

Die zu den Plattwürmern (Plathelminthes) gehörenden Saugwürmer (Trematoda) sind bei Reptilien weit verbreitet, insbesondere die mit zwei Saugnapfen ausgestatteten digenen Trematoden. Sie schmarotzen im Verdauungstrakt, aber auch in

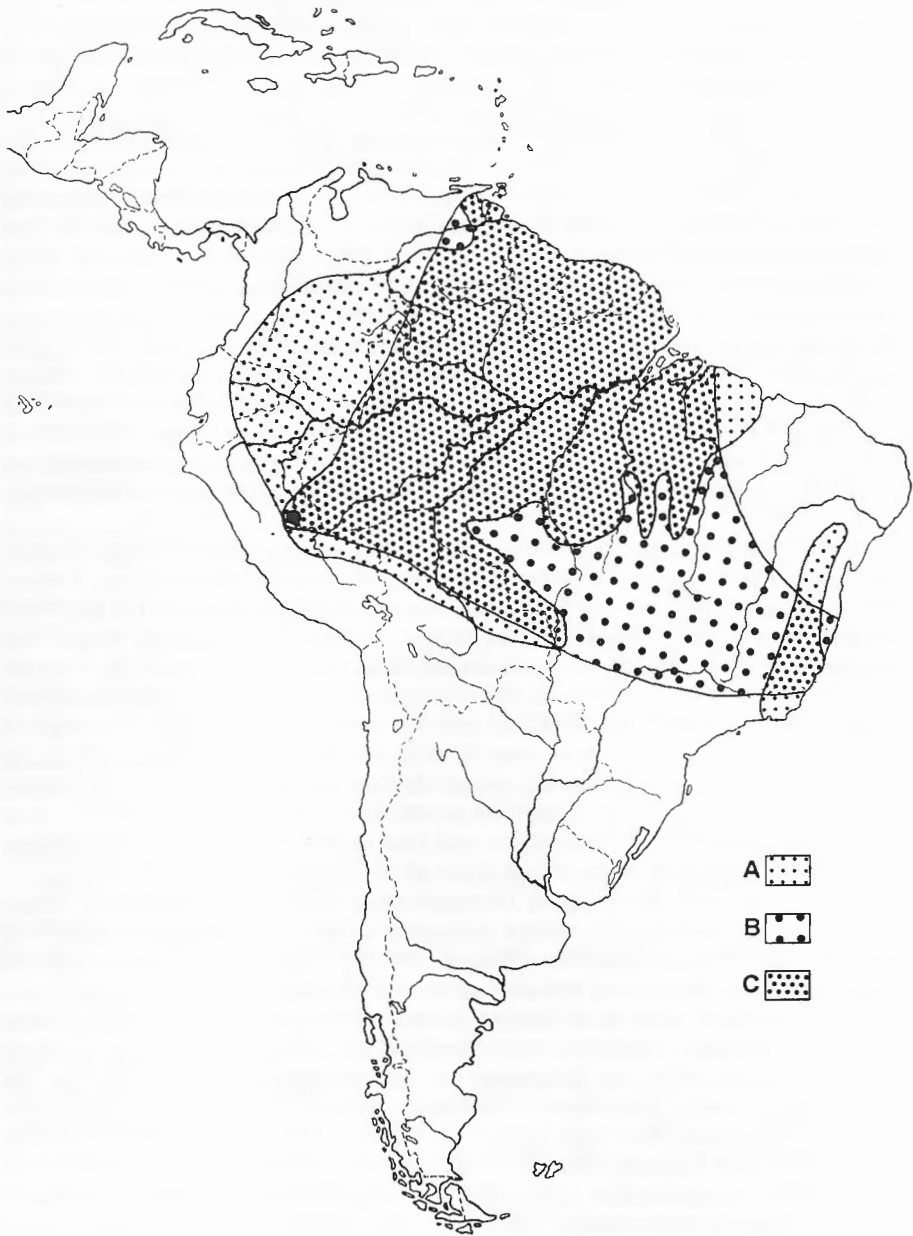


Abb. 7. Bekannte Verbreitung von *G. denticulata* (verändert nach PRITCHARD & TREBBAU 1984, ergänzt nach IVERSON 1992 und eigenen Daten) und *A. humerale* (nach WALTER 1990) in Südamerika. A = Verbreitung von *G. denticulata*, B = Verbreitung von *A. humerale*, C = Gemeinsame Verbreitung (● = Panguana).

Distribution of *G. denticulata* and *A. humerale* in South America. A = Distribution of *G. denticulata*, B = Distribution of *A. humerale*, C = Common distribution (● = Panguana).

Lunge, Leber, Nieren, Blutgefäßen und anderen Organen. Während den im Darm lebenden Parasiten meist eine geringe pathologische Bedeutung zukommt, können Trematoden in anderen Organen schwere Schädigungen hervorrufen und den Tod zur Folge haben (IPPEN et al. 1985, ISENBÜGEL & FRANK 1985, REICHENBACH-KLINKE 1977). In der Überfamilie Paramphistomatoidea, zu denen auch der einzige bei dieser Untersuchung gefundene Trematode gehört, finden sich zahlreiche darmbewohnende Parasiten, insbesondere bei Wasserschildkröten. Ihr Entwicklungszyklus schließt, soweit man weiß, zwei Zwischenwirte ein (häufig Wasserschnecken und Amphibienlarven), von der Mehrzahl der Arten ist der genaue Ablauf der Entwicklung jedoch nicht bekannt (BAER & JOYEUX 1961, REICHENBACH-KLINKE 1977).

Die fünf von uns in den untersuchten Schildkröten nachgewiesenen Nematodenarten verteilen sich auf drei Familien: Ascarididae, Strongylidae und Atractidae. Die Funde stellen jeweils Ersthinweise für Peru dar. Für alle fünf Arten ist *G. denticulata* als Wirt bekannt, für vier Arten sogar als einziger (BAKER 1987, FRETTEY 1977, zit. in PRITCHARD & TREBBAU 1984, PETER 1966). Damit widersprechen unsere Ergebnisse wie auch die Tabelle von PETER (1966) über Atractiden in weiten Teilen der Aussage von DITTMANN (1965), derzufolge die meisten im Darmtrakt von Schildkröten parasitierenden Nematoden keine deutliche Wirtsspezifität zeigen.

Für Spulwürmer (Fam. Ascarididae) der Gattung *Angusticaecum* sind verschiedene Land- und Wasserschildkröten der Gattungen *Testudo*, *Psammobates*, *Kinixys*, *Emys* und *Terrapene* aus der Paläarktis sowie Nord- und Südamerika als Wirte bekannt (BAKER 1987). In Landschildkröten werden sie häufig im Magen und Dünndarm gefunden, meist in niedrigen Individuenzahlen (CLAUSSEN & FORSTNER 1981, DITTMANN 1965, HOLT et al. 1979, ISENBÜGEL & FRANK 1985, KEYMER 1978, PETER 1966). REGENSBURGER (1982, s. auch FORSTNER et al. 1983) fand maximal 16 Individuen von *A. holopteryum* in einer Schildkröte bei einer Befallsrate von 62,5% (in 60 von 96 untersuchten Tieren, die mindestens seit 3-6 Monaten in Gefangenschaft waren). Sie besitzen vermutlich einen direkten Entwicklungszyklus ohne Einschaltung eines Zwischenwirtes, so daß eine Infektion über mit Eiern kontaminierte Faeces erfolgt (HARRIS, zit. in HOLT et al. 1979, RIDEOUT et al. 1987).

Strongylidae sind überwiegend Darmparasiten von pflanzenfressenden Säugtieren (CHABAUD 1965a). Die beiden bekanntesten Arten der Gattung *Sauricola* – *S. sauricola* und *S. echinopharynx* (THAPAR, 1925) – sind jedoch bisher nur als Parasiten von *G. denticulata* bekannt geworden (BAKER 1987).

Die Atractidae sind nach PETER (1966) überwiegend Parasiten in Colon, Caecum und Rectum von herbivoren Reptilien und Säugern. Auch die viviparen Atractiden durchlaufen im Gegensatz zu vielen anderen Nematoden, die zur Fortpflanzung einen Zwischenwirt benötigen, ihren Fortpflanzungszyklus vollständig in nur einem Wirt. Die Larven müssen den Wirt nicht einmal verlassen.

Atractidae der Gattung *Atractis* wurden bisher, weit über die Welt verbreitet, in Reptilien – hauptsächlich Land- und Wasserschildkröten – sowie in wenigen Fällen in Amphibien gefunden; *A. thapari* ist bisher nur von *G. denticulata* bekannt. Arten der Gattung *Labiduris* wurden bisher nur in Landschildkröten nachgewiesen, *L. gulosa* und *L. zschokkei* ebenfalls nur in *G. denticulata* (BAKER 1987).

Das weltweite Vorkommen bestimmter Nematoden-Gattungen im Darm von Landschildkröten deutet darauf hin, daß die Beziehung zwischen Schildkröten und ihren Parasiten in die Zeit vor der Trennung der Kontinente zurückreicht. Weltweit

typisch für die Besiedlung des Colons von Landschildkröten durch Atractiden und Oxyuren ist das Vorkommen einer Anzahl von zum Teil sehr ähnlichen Arten nebeneinander sowie der starke Unterschied in der Individuenzahl der einzelnen Arten (PETTER 1966, PETTER & DOUGLASS 1976). Es ist deshalb auch nicht auszuschließen, daß die Tiere in Panguana weitere Nematoden-Arten beherbergten, als in den gesammelten Proben vorhanden waren. Nach BAKER (1987) und FRETEY (1977, zit. in PRITCHARD & TREBBAU 1984) sind von *G. denticulata* bisher 11 Nematodenarten bekannt: Ascarididae: *Angusticaecum holopterum*; Atractidae: *Atractis thapari*, *Labiduris gulosa*, *L. irineata*, *L. zschokkei*; Strongylidae: *Chapiniella diazi*, *C. larensis*, *C. variabilis*, *Sauricola sauricola*, *S. echinopharynx*; species incertae sedis: *Cheloniheterakis macrolabiata*. FRETEY (1977) zählt darüber hinaus auch die Infusorie *Geimania jaboti* als Endoparasiten von *Geochelone denticulata* auf. Bis auf *A. holopterum* und *C. macrolabiata* sind alle Nematoden bisher nur in *G. denticulata* nachgewiesen worden. Allerdings ist die in Teilen des Verbreitungsgebietes sympatrisch und syntop vorkommende Köhlerschildkröte *G. carbonaria* bisher kaum parasitologisch untersucht. Die bisherigen Kenntnisse deuten jedenfalls auf eine überwiegend isolierte Entwicklung der darmparasitischen Nematodenfauna von *G. denticulata* (eventuell der südamerikanischen Landschildkröten) auf Artniveau hin.

Eine sehr hohe Individuenzahl von Würmern im Darm von Schildkröten ist nicht ungewöhnlich. CLAUSSEN & FORSTNER (1981) fanden bei *Testudo graeca* bis zu 35.000 Helminthen pro Tier, REGENSBURGER (1982) bis zu 68.000 (s. auch FORSTNER et al. 1983). In ihrer Arbeit über die Nematodenfauna paläarktischer Schildkröten berichtet PETTER (1966) von 5.000-200.000 Individuen und bis zu 15 verschiedenen Oxyuren- und Atractiden-Arten pro Schildkröte. Atractiden kamen allerdings nur in mindestens 11-jährigen Tieren vor. Da den Atractiden geeignete Stadien zur Überdauerung des externen Milieus fehlen, schloß sie, daß die Erstinfektion von Schildkröten mit Atractiden durch direkten Kontakt der Tiere untereinander und damit häufig erst bei Eintreten der Geschlechtsreife erfolgt. Der genaue Übertragungsweg war aber damals (CHABAUD 1965b, PETTER 1966) und scheint bis heute nicht geklärt. Eventuell spielt das bei Landschildkröten verbreitete Kotfressen (OBST 1985, RODRIGUEZ BAYONA & RYLANDER 1984) eine Rolle bei der Infektionsübertragung.

Nach den Untersuchungen von PETTER (1966) steigt die Zahl der Atractiden im Colon nach der Infektion über mehrere Jahre lang kontinuierlich an, bis bei ca. 60.000 Individuen die mechanische Eliminierung der Parasiten über die Defäkation einen Teil der Vermehrung kompensiert. Bei den untersuchten paläarktischen Schildkröten pendelte sich ab dem 20. Lebensjahr die Zahl der Parasiten im Colon bei rund 200.000 Individuen ein.

Strittig ist die pathogene Bedeutung der Darmnematoden für den Wirt, insbesondere die enorme Zahl der Atractiden, da die Parasitierung häufig symptomlos verläuft (s. auch Diskussionen bei HOLT et al. 1979, ISENBÜGEL & FRANCK 1985, REGENSBURGER 1982).

Bei einer stärkeren Besiedlung durch *Angusticaecum* sind Futterverweigerung (Anorexie) und Erbrechen von Würmern beschrieben (HOLT et al. 1979, ISENBÜGEL & FRANK 1985), Verstopfung und Läsionen der Lunge durch wandernde Larven wurden von KEYMER (1978) vermutet, ebenso Schädigungen der Schleimhaut in Magen und Dünndarm durch erwachsene Ascarididen (CLAUSSEN & FORSTNER 1981).

Da die Atractiden und Oxyuren normalerweise nicht die Darmwand schädigen, werden sie häufig als Kommensalen ohne pathogene Bedeutung eingeschätzt (IPPEN et al. 1985). TELFORD (1971) hat sogar über ihre Nützlichkeit durch Auflockern des Darminhaltes spekuliert. Allerdings sind in der Terraristik auch Todesfälle von Schildkröten bei einem gleichzeitigen Massenbefall mit Nematoden bekannt, die sich auf keine andere Ursache zurückführen ließen. So führten RIDEOUT et al. (1987) sieben von 16 Todesfällen (44 %) von in Gefangenschaft gehaltenen *Geochelone carbonaria* und *G. pardalis* auf den Massenbefall durch vivipare Helminthen der Gattung *Proatractis* (Fam. Atractidae) zurück. Histologische Untersuchungen zeigten eine Aufrauung und Verdickung der Mucosa in Caecum und Colon, Entzündungsreaktionen der Darmwand bis hin zur Nekrose und Abstoßung der Mucosa ins Darmlumen als Reaktion auf die zum Teil in der Mucosa eingebetteten Nematoden. Bei einigen Tieren wurde auch eine Besiedlung und Schädigung des Dünndarms gefunden.

Neben solchen direkten Organschädigungen liegt die Pathogenität der Helminthen möglicherweise in einer Stoffwechselbelastung des Wirtes durch ihre Ausscheidungsprodukte sowie in der Resorption eines Teils der aufgenommenen Nahrungsstoffe. Allerdings scheint sich unter natürlichen Bedingungen ein Gleichgewicht zwischen Wirt und Parasit einzustellen, das erst unter den häufig gesundheitlich belastenden Gefangenschaftsverhältnissen zusammenbricht, so daß es zur Schädigung des Wirtes kommt (HARLESS & MORLOCK 1989). In Gefangenschaft ist deshalb bei starkem Befall auch eine vorbeugende Entwurmung der Schildkröten zu empfehlen. Erfolgreiche Behandlungsmaßnahmen sind bei FORSTNER et al. (1983), ISENBÜGEL & FRANK (1985) und REGENSBURGER (1982) beschrieben.

Danksagung

Die Autoren danken Herrn Prof. H.-W. KOEPCKE und Frau Dr. J. DILLER für die Aufenthaltsmöglichkeiten in der Station Panguana. Frau Dr. A. PETTER und Herrn Dr. J.-L. ALBARET, beide Paris, sei herzlich gedankt für die Bestimmung der Nematoden bzw. des Trematoden, Herrn Dr. G. WALTER, Oldenburg, für die Bestimmung der Zecken.

Schriften

- ARAGAO, H.B. (1936): *Ixodidas brasileiros e de alguns países limitrophes*. – Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, **31**: 759-843.
- BAKER, M.R. (1987): *Synopsis of the Nematoda parasitic in amphibians and reptiles*. – St. John's, Newfoundland (Memorial University of Newfoundland) (Occasional Papers in Biology 11), 325. S.
- BAER, J. & C. JOYEUX (1961): *Classe des Trématodes (Trematoda RUDOLPHI)*. – S. 561-692 in: P.-P. GRASSÉ (ed.): *Traité de Zoologie* **4**(1). – Paris (Masson).
- CERNY, V. (1958): *Fund von zwei Amblyomma-Arten vom Nashorn (Diceros bicornis)*. – Zool. Garten (NF), Jena, **24**(3/4): 287-288.
- CHABAUD, A.G. (1965a): *Systématique des nématodes. Ordre des Strongylida*. – S. 869-931 in: P.-P. GRASSÉ (ed.), *Traité de zoologie* **4**(3), Paris (Masson).
- (1965b): *Systématique des Nématodes. Ordre des Ascaridida*. – S. 932-988 in: P.-P. GRASSÉ (ed.): *Traité de Zoologie* **4**(3). – Paris (Masson).
- CLAUSSEN, J. & M.J. FORSTNER (1981): *Untersuchungen über die Helminthen der Landschildkröten und Versuche zur medikamentellen Entwurmung*. – Berl. Münch. Tierärztl. Wschr., Berlin, **94**: 411-414.

- DITTMANN, I. (1965): Untersuchungen über Magen-Darm-Nematoden aus der griechischen Landschildkröte (*Testudo hermanni* L.). – Helmithologia, Bratislava, **6**: 181-203.
- DIXON, J.R. & P. SOINI (1986): The Reptiles of the Upper Amazon Basin, Iquitos Region, Peru. – Milwaukee (Milwaukee Public Museum), 154 S.
- EGLIS, A. (1960): Zecken und Landschildkröten. – Aquar. Terr. Z. (DATZ), Stuttgart, **13** (8): 253-254.
- (1965): Ein Wiederfund der Geometrischen Landschildkröte (*Testudo geometrica*). – Natur u. Museum, Frankfurt a.M., **95**(9): 383-387.
- FIASSON, R. (1945): Cinq chéloniens et deux sauriens du Haut Apure (Venezuela). – Cahiers Inst. Franc. Amer. Lat., Mexico D.F., **3**: 33-45.
- FORSTNER, M.J., J. REGENSBURGER & J. CLAUSSEN (1983): Studies on the medical control of helminths in tortoises. – Vet. Med. Rev., Marburg, **1**: 10-15.
- FRETEY, J. (1977): Les chéloniens de Guyane française. 1. Étude préliminaire. – Thèse Univ. Paris, 201 S.
- (1987): Les tortues de Guyane française. – Nature Guyanaise, 141 S.
- GRAMENTZ, D. (1995): Zum Vorkommen der Zecke *Hyalomma syriacum* an *Testudo graeca iberica* im Südwesten der Türkei. – herpetofauna, Weinstadt, **17**(98): 9-12.
- HANAGARTH, W. (1981): Vergleichend-ökologische Untersuchungen an epigäischen Arthropoden aus Naturbiotopen und Kulturland im tropischen Regenwald Perus – Ein Beitrag zur Agrarökologie der Tropen. – Diss. Univ. Hamburg, 240 S.
- HARLESS, M. & H. MORLOCK (1989): Turtles: Perspectives and Research. – Malabar (Krieger), 695 S.
- HENZL, M.J. (1991): Reptiliengesellschaften eines amazonischen Inselgebirges (Serranía de Sira, Peru): Höhenverbreitung, Habitatnutzung und biogeographische Beziehungen. – Diss. Univ. Wien, 172 S.
- HOLT, P.E., J.E. COOPER & J.R. NEEDHAM (1979): Diseases of tortoises: A review of seventy cases. – J. small Anim. Pract., Oxford, **20**: 269-286.
- IPPEN, R., H.-D. SCHRÖDER & K. ELZE (1985): Handbuch der Zootierkrankheiten, Band 1. Reptilien. – Berlin (Academie), 432 S.
- ISENBÜGEL, E. & W. FRANCK (1985): Heimtierkrankheiten. – Stuttgart (Ulmer), 402 S.
- IVERSON, J.B. (1992): A Revised Checklist with Distribution Maps of the Turtles of the World. – Privately Printed (Richmond), 363 S.
- KEYMER, I.F. (1978): Diseases of chelonians: (1) Necropsy survey of tortoises. – Vet. Rec., London, **103**(25): 548-552.
- LEHMANN, H.D., B. ROTH & C.C. SCHNEIDER (1969): Die Zecke *Amblyomma testudinis* (CONIL, 1877), ihre Entwicklung und ihre Wirkung auf den Wirt. – Z. Tropenmed. Parasitol., Stuttgart, **20**: 247-259.
- LOVERIDGE, A. & E.E. WILLIAMS (1957): Revision of the African tortoises and turtles of the suborder Cryptodira. – Bull. Mus. Comp. Zool., Cambridge, Mass., **115**(6): 161-557.
- NÖLLERT, A. & C. NÖLLERT (1981): Einige Bemerkungen zu den Landschildkröten Bulgariens. – Die Schildkröte, Haar, **3**(4): 5-15.
- OBST, F.J. (1985): Die Welt der Schildkröten. – Rüslikon-Zürich (Müller), 235 S.
- OBST, F.J. & W. MEUSEL (1974): Die Landschildkröten Europas. – Die Neue Brehm-Bücherei. – Wittenberg-Lutherstadt (Ziemsens), 72 S.
- PETTER, A.J. (1966): Équilibre des espèces dans les populations de nématodes parasites du colon des tortues terrestres. – Mém. Mus. Nat. Hist. Nat., Paris, Sér. A (Zoologie) **39**(1): 1-245.

- PETTER, A.J. & J.F. DOUGLASS (1976): Étude des populations d'Oxyures du côlon des *Gopherus* (Testudinidae). – Bull. Mus. Nat. Hist. Nat., Paris, 3e sér. No. 389, Zoologie **271**: 731-768.
- PODLOUCKY, R. (1987): The turtles of the lower río Yuyapichis – a contribution to the turtle fauna of Amazonian Peru. – S. 321-324 in: VAN GELDER, J.J., H. STRIBOSCH & P.J.M. BERGERS (eds.): Proc. Fourth Ord. Gen. Meet. S.E.H., Univ. Nijmegen.
- PRITCHARD, P.C.H. & P. TREBBAU (1984): The Turtles of Venezuela. – Athens (Society for the Study of Amphibians and Reptiles), 403 S.
- REGENSBURGER, J. (1982): Untersuchungen über die Entwurmung von Landschildkröten (*Testudo graeca*) mit Flubenol, Panacur und Rintal. – Vet.-med. Diss., München, 58 S.
- REICHENBACH-KLINKE, H.H. (1977): Krankheiten der Reptilien. – 2. Aufl., Stuttgart (Fischer), 228 S.
- RIDEOUT, B.A., R.J. MONTALI, L.G. PHILLIPS & C.H. GARDINER (1987): Mortality of captive tortoises due to viviparous nematodes of the genus *Proatractis* (Family Atractidae). – J. Wildl. Diseases, Ames, **23**(1): 103-108.
- ROBINSON, L.E. (1926). Ticks. A Monograph of the Ixodoidea. Part IV. The Genus *Amblyomma*. – Cambridge (University Press).
- RODRIGUEZ BAYONA, L.O. (o.J.): Estudio ecológico preliminar del „Motelo“ (*Geochelone denticulata* L. Chelonia: Testudinidae) y algunos ensayos de su manejo en cautiverio. – Tesis Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, 73 S.
- RODRIGUEZ BAYONA, L.O. & M.K. RYLANDER (1984): Notes on the biology of the tortoise *Geochelone denticulata* L. in Peru. – Amphibia-Reptilia, Leiden, **5**(3/4): 323-327.
- RÖMBKE, J. & M. VERHAAGH (1987): Regenwürmer in Wald- und Weideböden in Ost-Peru. – Verh. Ges. Ökol., Göttingen, **16**: 491-495.
- (1992): About earthworm communities in a rain forest and an adjacent pasture in Peru. – Amazoniana, Kiel, **12**(1): 29-49.
- SCHLÜTER, A. (1984): Ökologische Untersuchungen an einem Stillgewässer im tropischen Regenwald von Peru unter besonderer Berücksichtigung der Amphibien. – Diss. Univ. Hamburg, 298 S.
- (1987a): Die Froschlurche an einem Stillgewässer im tropischen Regenwald von Peru. I. Artenspektrum und Massenkonzert. – herpetofauna, Weinstadt, **9**(47): 11-20.
- (1987b): Die Froschlurche an einem Stillgewässer im tropischen Regenwald von Peru. II. Ökologische Betrachtungen. – herpetofauna, Weinstadt, **9**(50): 17-24.
- SCHNEIDER, C.C., B. ROTH & H.D. LEHMANN (1971): Untersuchungen zum Parasit-Wirt-Verhältnis der Zecke *Amblyomma testudinis* (CONIL, 1877). – Z. Tropenmed. Parasitol., Stuttgart, **22**: 1-17.
- TELFORD, S.R. (1971): Parasitic diseases of reptiles. – J. Amer. vet. med. Ass., Chicago, **159**: 1644-1652.
- VERHAAGH, M. (1989): Panguana – Ort tropenökologischer Forschung am Rande Amazoniens. – S. 257-268 in: HARTMANN, G. (ed.): Amazonien im Umbruch. – Berlin (Reimer).
- WALKER, P. (1989): *Geochelone denticulata* – Yellow-footed Tortoise, Forest Tortoise. – S. 22-23 in: SWINGLAND, I.R. & M.W. KLEMENS (eds.): The Conservation Biology of Tortoises. – Occ. Pap. IUCN Species Survival Commission, Gland, 5.
- WALTER, G. (1990): Zeckenfunde (Ixodoidea, Ixodidae) aus Paraguay und Peru. – Andrias, Karlsruhe, **7**: 169-170.

Eingangsdatum: 6. März 1996

Verfasser: MANFRED VERHAAGH, Staatl. Museum für Naturkunde, Postfach 6209, D-76042 Karlsruhe; RICHARD PODLOUCKY, Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, Abt. Naturschutz, Scharnhorststr. 1, D-30175 Hannover.